

#3
11-15-02
JAN
10/099954
10/099954
03/19/02

500.41483X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: MORI, et al.

Filed: March 19, 2002

For: POWER CONVERTER

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

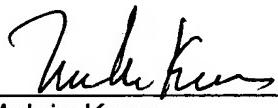
March 19, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC §119 AND 37 CFR § 1.55, Applicants hereby claim the right of priority based on Patent Application No. 2001-200289 filed in Japan on July 2, 2001.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus
Registration No. 22,466

1300 North Seventeenth Street
Suite 1800
Arlington, VA 22209
Tel.: 703-312-6600
Fax: 703-312-6666
MK/alb

# 3
03C6

500.41483X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): MORI, et al

Serial No.: 10 / 099,954

Filed: March 19, 2002

Title: POWER CONVERTER

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for
Patents
Washington, D.C. 20231

APRIL 26, 2002

Sir:

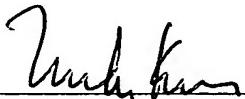
Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)
the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2001-200289
Filed: JULY 2, 2001

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus

Registration No. 22,466

MK/rp
Attachment



WO304-01 EX
日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 7月 2日

出願番号

Application Number:

特願2001-200289

[ST.10/C]:

[JP2001-200289]

出願人

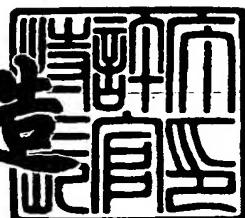
Applicant(s):

株式会社日立製作所
株式会社日立ビルシステム

2002年 3月29日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3021986

【書類名】 特許願

【整理番号】 1101000371

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02M 7/04
H02M 7/48

【発明の名称】 電力変換装置

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 森 和久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 伊君 高志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区神田錦町一丁目6番地
株式会社 日立ビルシステム内

【氏名】 福田 哲

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛1070番地
株式会社 日立製作所 ビルシステムグループ 水戸ビ
ルシステム本部内

【氏名】 岸川 孝生

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛1070番地
株式会社 日立製作所 ビルシステムグループ 水戸ビ
ルシステム本部内

【氏名】 追田 友治

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000232955

【氏名又は名称】 株式会社 日立ビルシステム

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電気的に接続される第1および第2の半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第1の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第1の制御信号を供給する第1の制御信号配線と、

前記第2の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第2の制御信号を供給する第2の制御信号配線と、

を備え、

前記第1の制御信号配線と前記第2の制御信号配線のそれれにおいては、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第1の制御信号配線と前記第2の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項2】

請求項1において、前記第1および第2の半導体スイッチング装置は互いに並列に接続される電力変換装置。

【請求項3】

請求項1において、前記第1および第2の半導体スイッチング装置は互いに直列に接続される電力変換装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項において、前記第1および第2の制御信号配線のそれれにおいて、前記第1および第2の制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流

れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置する電力変換装置。

【請求項5】

請求項1から3において、前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項6】

請求項2において、前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第1および前記第2の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項7】

請求項3において、

前記第1の制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第1制御信号配線の全配線長に略等しく、

前記第2の制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第2の制御信号配線の全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項8】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電気的に接続される第1および第2の半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第1の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第1の制御信号を供給する第1の制御信号配線と、

前記第2の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第2の制御信号を供給す

る第2の制御信号配線と、
を備え、

前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記第1および第2の制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置し、

前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項9】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電気的に並列接続される第1および第2の半導体スイッチング装置と、互いに電気的に並列接続される第3および第4の半導体スイッチング装置と、を含み、前記第1および第2の半導体スイッチング装置の並列接続と、前記第3および第4の半導体スイッチング装置の並列接続とが電気的に直列接続される半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第1、第2、第3および第4の半導体スイッチング装置の各々における前記制御端子にそれぞれ制御信号を供給する第1、第2、第3および第4の制御信号配線と、

を備え、

前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第1および第2の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しく、

前記第3および第4の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第3および第4の

制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項10】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配線と、を備え、

前記制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記制御信号配線の全配線長に略等しく、

前記制御信号配線において、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項11】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配線と、を備え、

前記制御信号配線において、前記制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置し、

前記制御信号配線において、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項12】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配線と、
を備え、

前記主回路配線に対して、前記半導体スイッチング装置が位置する側と、その反対側との間において、前記制御信号配線が、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域の端部と交差する電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体スイッチング装置を用いた電力変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(I G B T(Insulated Gate Bipolar Transistorの略))等の高速半導体スイッチング装置を用いた電力変換装置が様々な分野で使われている。大容量の電力変換装置においては、通電電流が大きいため、大容量の半導体スイッチング装置を用いており、さらにそれらを並列または直列に接続することもある。スイッチング時の跳ね上がり電圧抑制のために、主回路配線のインダクタンスを低減することが必要で、導体をできるだけ短くしたり、板状導体を用いて導体の幅をできるだけ広くする。さらには幅広の薄板導体間に絶縁物を挟む積層導体を用いることが多い。

【0003】

一方、半導体スイッチング装置のオンオフ動作を制御するための制御信号を発生する駆動回路においては、I G B Tの場合、ゲートーエミッタ間に所定の電圧を印加することでオン、電圧を除去及び逆電圧印加によりオフ動作を行う。ゲー

トーエミッタ間にはゲート駆動回路内の電源からゲート抵抗を介して充放電が行われることでゲートトーエミッタ間電圧を制御している。ゲート配線が主回路導体の近傍にある場合は、主回路電流の変化による磁場変動によりスイッチング動作が影響を受け、並列接続されているスイッチング素子間の電流アンバランスを引き起こしたり、誤動作の要因となり半導体スイッチング装置の破損を引き起こす可能性もある。

【0004】

例えば、特開平9-261948号公報に記載の電力変換装置においては、2個並列接続されたIGBTのゲート配線をそれぞれの主回路配線に隣接して敷設することで、ゲート配線が主回路導線に流れる電流から受ける影響を均等にすることで並列IGBT間のアンバランスを抑制している。

【0005】

また、特開平7-170723号公報に記載の半導体スタックにおいては、積層導体を構成する絶縁板の端部を折り曲げた部分にゲート抵抗を実装することで、ゲート配線がつくるループ面積を小さくして主回路電流の影響を低減している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記の前者の例では、主回路配線インダクタンスを低減するために、板状導体から成る主回路配線を用いると、ゲート配線が並列接続の各素子から均等に影響を受けるような構造は困難となる。IGBTモジュールが線対称の構造ならば対称な位置にゲート配線を敷設すれば良いが、IGBTモジュール端子が対称でないことが多く、線対称の構造にできないことが多い。そのため、ゲート配線が均等に影響を受けるようにするのが難しく、電流アンバランスが起きる。

【0007】

また、後者の例では、絶縁板を折り曲げる加工が必要であり、製作が困難となるためコスト上昇が懸念される。また、主回路インダクタンスを低減するために板状導体から成る主回路配線を用いると、IGBTのゲート端子が主回路配線領域に入ることがある。この場合、ゲート配線が主回路電流の影響を受ける。

【0008】

本発明の目的は、板状導体を含む主回路配線を用いながらも、制御信号配線への主回路電流の影響を低減できる電力変換装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するための一手段は、次のとおりである。

【0010】

半導体スイッチング装置の制御端子に制御信号を供給する制御信号配線が、主回路配線や主回路電流との位置関係において、次のような部分を含む。すなわち、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分である。そして、これらの部分の各配線長を合わせた配線長を制御信号配線の全配線長に略等しくする。

【0011】

このような手段によれば、制御信号配線の略全体において、主回路電流の影響が抑制される。このため、半導体スイッチング装置が誤動作が防止できる。また、複数の半導体スイッチング装置が互いに電気的に接続される場合には、各半導体スイッチング装置への制御信号のアンバランスやスイッチングのタイミングのずれを防止できる。

【0012】

上記の課題を解決するための他の手段は次のとおりである。

【0013】

制御信号配線が主回路配線の端部近くを通るとき、すなわち主回路配線に対して、半導体スイッチング装置が位置する側と、その反対側との間において、制御信号配線が、主回路配線において主回路電流が流れる領域の端部と交差するとき、前記主回路配線に対して、半導体スイッチング装置が位置する側と、複数の板状導体が互いに重なる領域の端部と交差するようにする。

【0014】

これにより、本来は主回路電流の影響を受けやすい主回路配線の板状導体の端部近くであっても、制御信号配線に対する主回路電流の影響を緩和し半導体スイ

ッキング装置の誤動作が防止される。

【0015】

上記の各手段は、インバータ、コンバータ、半導体バルブ、各種スイッチング電源など、各種の電力変換装置に適用できる。

【0016】

また、半導体スイッチング装置としては、IGBT, MOSFET (Metal Oxide Field Effect Transistor), GTO(Gate Turn Off Thyristor) などや、それらと他の電気・電子部品を容器に収納したスイッチングモジュールといった、各種の半導体装置を適用できる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を、図を用いて説明する。なお、以下の実施例において、スイッチングモジュールは、半導体スイッチング素子であるIGBTとIGBTに逆並列に接続される還流ダイオードとを内蔵している場合で説明するが、IGBT以外の他のスイッチング素子でも構わない。

【0018】

図4は、本発明の第1の実施例である三相電力変換装置のインバータ部分の半導体回路を示す。本回路は、平滑コンデンサ7を直流電源として、スイッチングモジュール1U～2Wをオン・オフさせることによって交流出力端子6U～6Wに所望の三相電力を供給する。平滑コンデンサ7の正極に接続される正極側の板状導体3は、各相の正極側スイッチングモジュール1U～1Wの正極端子にそれぞれ導体3U～3Wにて接続される。各相において、正極側スイッチングモジュール1U～1Wの負極端子、負極側スイッチングモジュール2U～2Wの正極端子及び交流出力端子6U～6Wとが中間板状導体5U～5Wによって接続される。各相の負極側スイッチングモジュール2U～2Wの負極端子は、負極側の板状導体4U～4W及び4を介して平滑コンデンサ7の負極に接続される。なお、図4では、スイッチングモジュールを駆動するためのゲート回路については省略しており、また必要に応じて接続されるスナバ回路についても省略している。

【0019】

図4の電力変換装置においては、扱う電流を大きくするために、各相のスイッチングモジュール1U～2Wは複数のスイッチングモジュールを並列接続している。

【0020】

図5は、図4においてスイッチングモジュールを2並列接続した場合の1相分の回路を示している。正極側スイッチングモジュール1Aと1Bが並列に接続され、負極側スイッチングモジュール2Aと2Bが並列に接続されている。なお図5では、正極側の板状導体30、負極側の板状導体40及び交流出力板状導体60を左側に記述したが、並列接続されたスイッチングモジュールのインダクタンスが均等になるように実装される。正極側スイッチングモジュール1A及び1Bは、それぞれゲート抵抗基板91A及び91Bに装着されたゲート抵抗901とゲート配線81を介して、共通ゲート駆動回路基板8により駆動される。負極側スイッチングモジュール2A及び2Bも同様に、それぞれゲート抵抗基板92A及び92Bに装着されたゲート抵抗901とゲート配線82を介して、共通ゲート駆動回路8により駆動される。なお、ここでは正極側スイッチングモジュール1A及び1Bのゲート駆動と負極側スイッチングモジュール2A及び2Bのゲート駆動とを共通のゲート駆動回路基板8で表記しているが、回路としてはそれぞれ独立した構成である。なお、基板としても分離した構成としても良い。ただし、並列接続したスイッチングモジュールのゲート駆動回路は、別々にすると駆動回路の個体差によるアンバランスが生じるので共通にしている。

【0021】

図6は、ゲート抵抗基板91A～92Bの概略構造を示している。すなわち、プリント基板9に、ゲート抵抗901と配線コネクタ902及び903が実装されている。ゲート配線とプリント基板との接続は、着脱可能なコネクタを用いることで配線作業の効率向上が図れる。なお、ゲート抵抗901について、最も簡単な例を示しており、この例だけでなく、容量に応じて複数で構成したり、場合によってはダイオードと組み合わせて、ターンオンとターンオフとでゲート回路の抵抗値を変えてもよい。また、IGBTは、ゲート端子とエミッタ端子に規定（一般的には20V程度）を超える電圧が印加されると破壊があるので

、過電圧抑制のためにツェナーダイオードを接続するために、ゲート抵抗基板9にツェナーダイオード904を実装している。

【0022】

図1は、図5における回路構成の実装構造を示す。なお、ここでは端子及びコネクタの詳細な構造やネジなどについては略記あるいは省略してある。図1において、4個のIGBTモジュール1A～2Bがヒートシンク100に取り付けられている。ここでは、ヒートシンク100として、ヒートパイプ式を用いており、IGBTモジュールの発熱がヒートシンク100内のパイプにより上方に輸送され、放熱部において冷却用のファン101及び102で冷却される。ここでは、ヒートシンクを垂直に立てて置き、図示していないが、平滑コンデンサ7が下方に置かれる。ヒートシンク100及び冷却ファン101, 102は、支持体120及び121で支持されている。なお、ここでは冷却ファンを片側（図中の右側面）のみとしたが、反対側（図中の左側面）にも設けることで冷却性能を上げることができる。

【0023】

ゲート駆動回路8は、IGBTモジュール1A～2B及び主回路配線を構成する板状導体30, 40, 50及び60と（図面上で）重ならない位置に配置され、支持体105に取り付けられている。ゲート駆動回路8を主回路配線から離して配置することで、主回路電流による誘導などの影響が抑制され、またIGBTモジュールの発熱による温度上昇を抑えることができる。図1では、ゲート駆動回路8は、発熱体であるIGBTモジュールの上方に位置しているが、ファン101及び102によって冷却しているために、対流によるゲート駆動回路8近傍の温度上昇を低減できる。

【0024】

正極側IGBTモジュール1A及び1Bのコレクタ端子は正極側の板状導体30と接続される。正極側IGBTモジュール1A及び1Bのエミッタ端子と負極側IGBTモジュール2A及び2Bのコレクタ端子とが中間板状導体50で接続される。またこの中間板状導体50は交流出力板状導体60と一体となっている。ここでは、図3に示すように、正極側の板状導体30, 中間板状導体50及

び負極側の板状導体40を分離した構成としたが、絶縁物を介して一体構造となつた積層導体で構成しても構わない。なお、図1では、導体間の絶縁板は省略して記載している。IGBTモジュールのスイッチング時の跳ね上がり電圧に影響するのは、正極側及び負極側のIGBTと図示していない平滑コンデンサ7から構成される一巡回路のインダクタンスである。図1における上下方向に電流が流れ、これがIGBTモジュールに近い、負極側の板状導体40及び中間板状導体50とこれらに覆い被さって配置された正極側の板状導体30とで往復電流を形成することで、インダクタンスの低減が図られている。さらに、図1における横幅が、IGBTモジュール2A, 2Bを覆うように広くなっているため一層インダクタンスは低減されている。

【0025】

ゲート抵抗基板91A～92Bが各IGBTモジュール1A～2Bにそれぞれ隣接し、かつ、板状導体30, 40, 50及び60で構成される主回路配線と重ならない位置に配置されている。このため、ゲート抵抗901(図6)と各IGBTモジュール1A～2Bとの間の配線812A～822Bが極端に長くなることはない。また、ゲート抵抗基板のコネクタ902及び903(図6)が主回路配線の各板状導体と干渉することなく、容易にゲート配線の接続が可能である。さらに、ゲート配線の分岐点よりもIGBTモジュールに近い部分にゲート抵抗が接続されているため、並列間のアンバランスを引き起こす誘導電流が低減されている。なお、図示したゲート抵抗基板91A～92Bの位置は一例にすぎず、ゲート抵抗基板取り付け用のボルトがヒートシンク内のヒートパイプに接触しなければよく、ここで示した限りではない。また、ゲート抵抗基板91A～92Bをヒートシンク100に取り付けたが、支持体105あるいは120, 121などに取り付けても構わない。

【0026】

図1からわかるように、板状導体30, 40, 50及び60で構成される主回路配線の表面上には、部品が配置されていないので、導体の着脱作業が容易に行える。

【0027】

ゲート駆動のための制御信号配線（ゲート配線）については、図2を用いて説明する。

【0028】

図2は、図1の構成において、破線で示した導体を取り去った状態を示しており、また支持体120及び121や冷却用ファン101及び102については省略した。ゲート駆動回路8に接続されたゲート配線81は、途中で分岐し、811Aと811Bとに分かれ、それぞれゲート抵抗基板91A及び91Bの一方のコネクタに接続される。ゲート抵抗基板91A及び91Bの他方のコネクタに接続されたゲート配線812A及び812BはそれぞれIGBTモジュール1A及び1Bのゲート端子に接続される。なお、ゲート配線811Aと811Bは、配線長がほぼ同じ長さである。このため、これらゲート配線のインピーダンスは、ほぼ同じ大きさである。ゲート配線812Aと812Bについても同様に、配線長がほぼ同じ長さであるため、インピーダンスがほぼ同じ大きさである。なお、ゲート配線81が811Aと811Bとに分岐するところは、圧着や半田付けなどにより実現される。同じくゲート駆動回路8に接続されているゲート配線82についても同様に、ゲート配線821Aと821Bとに分岐して、ゲート抵抗基板92A及び92Bを介してそれぞれゲート配線822A及び822Bに接続された後にIGBTモジュール2A及び2Bのゲート端子にそれぞれ接続されている。

【0029】

図1、図2では、ゲート配線としてゲート側とエミッタ側とをツイストした構造として、主回路電流による誘導を抑制している。また、正極側IGBTモジュール1A及び1Bを駆動するゲート配線811A、811B、812A及び812Bは、板状導体30、40及び50から離れた位置に敷設することで主回路電流の影響を低減している。すなわち、ゲート駆動回路8が発生するゲート制御信号を各IGBTモジュール1A、1Bのゲート端子に供給する各ゲート配線（811Aと812Aを合わせたゲート配線、811Bと812Bを合わせたゲート配線）は、それらの全長にわたって、板状導体30～60を有する主回路配線の外周端部よりも外側に位置する。すなわち、ゲート配線811A、812A、811B

, 812Bは、主回路配線における主回路電流が流れている領域から離れている。このため、ゲート配線811A, 812A, 811B, 812Bは主回路電流の影響を受けにくく、各IGBTモジュール1A, 1Bへのゲート制御信号がアンバランスになることが防止される。

【0030】

一方、負極側IGBTモジュール2A及び2Bは、それぞれのゲート端子が負極側の板状導体40及び正極側の板状導体30で覆われている。そこで、ゲート配線822A, 822Bは、負極側の板状導体40のIGBTモジュール側の領域で、かつ、負極側の板状導体40と正極側の板状導体30とが互いに近距離で積層されている部分に敷設している。すなわち、ゲート配線822A, 822Bは、板状導体40と板状導体30とが互いに重なる領域に対向する部分を有する。導体40と導体30とが重なる領域では往復電流が流れるので、外部に出る磁場が打ち消され、このため、ゲート配線822A, 822Bに対する主回路電流の影響は小さい。また、ゲート駆動回路8に接続されるゲート配線82は、ゲート抵抗基板92Aに接続されるゲート配線821Aとゲート抵抗基板92Bに接続されるゲート配線821Bとに分岐されており、主回路配線と重なる範囲を横断する。これらゲート配線821A, 821Bは、図2に示すように、板状導体からなる中間板状導体50と正極側の板状導体30とが互いに重なる領域と対向する領域を有し、この領域とヒートシンク表面との間に敷設している。

【0031】

ゲート駆動回路8から各IGBTモジュール2A, 2Bのゲート端子に至るゲート配線821A, 821B, 822A, 822Bは、前述したように、板状導体が互いに重なる領域に対向する部分を有するが、ゲート抵抗基板92A, 92Bの近くの部分は各導体から離れた部分すなわち主回路配線の外周端部の外側に位置する。従って、各ゲート配線（821Aと821Bを合わせたゲート配線、822Aと822Bを合わせたゲート配線）において、板状導体が互いに重なり往復電流が流れる主回路配線領域に対向する部分と、主回路配線の端部の外側に位置し主回路電流から離れた部分とで、各ゲート配線の全長が占められている。このため、IGBTモジュール1A, 1Bと同様に、各IGBTモジュール2A

, 2Bへのゲート制御信号が主回路電流の影響によりアンバランスになることが防止される。

【0032】

なお、ゲート配線において、主回路配線において主回路電流が流れがつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分および主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の配線長が、全配線長の6割以上好ましくは8割以上を占めていれば、実質的に全配線長を占めている場合と同等にゲート制御信号のアンバランスを防止できる。

【0033】

また、本実施例においては、ゲート駆動回路8からゲート配線の分岐点までのゲート配線においても、同様に、板状導体が互いに重なる領域に対向する部分および主回路配線の端部から外側に位置する部分の配線長が、全配線長を占めているので、主回路電流の影響によりゲート制御信号がノイズを受け、IGBTが誤スイッチングすることが防止される。

【0034】

なお、ゲート配線の一部（全体の2~4割以下）が、主回路配線における主回路電流が流れる一つの板状導体のみと対向する場合でも、ゲート配線をツイスト線またはシールド線にすれば、主回路電流の影響を低減できる。しかし、主回路電流の影響を受け易いゲート配線の分岐点やゲート端子との接続部など回路部分との接続個所は、前述したような、板状導体が互いに重なる領域に対向していることが好ましい。

【0035】

本実施例によれば、互いに並列接続されたIGBTモジュール（1Aと1B, 2Aと2B）の各ゲート制御信号が主回路電流の影響によりアンバランスになることが防止される。従って、並列接続された各IGBTモジュールのスイッチング速度が均一になるので、大電流をスイッチングできる。また、互いに直列接続されたIGBTモジュール（1Aと2A, 1Bと2B）の各ゲート制御信号への主回路電流の影響によるノイズが防止できるので、誤ったタイミングでスイッチング動作することが防止され、アーム短絡などの異常動作を防止できる。並列数

、直列数は本実施例のように2個に限らず、3個以上の複数でも良い。本実施例においては、交流一相分において、並列動作が均一になり、かつ直列動作タイミングが安定しているので、大電力かつ信頼性の高いインバータ装置を実現できる。なお、本実施例は、半導体スイッチング装置の直並列接続回路を含む半導体回路を有する各種の電力変換装置（コンバータ、インバータ、半導体バルブ、スイッチング電源など）に適用できる。

【0036】

なお、ゲート配線は、主回路配線において主回路電流が流れていない領域に対向する部分を有しても良い。そのような部分は、板状導体と対向していても主回路電流による影響を受けない。また、板状導体が互いに重なる領域は、往復電流が流れる領域に限らず、一方の板状導体に主回路電流が流れ、他方の板状導体がフローティング状態あるいは電位が固定され（例えば接地電位に固定され）主電流が流れないような領域であっても良い。これは、一方の板状導体における主回路電流の変化により、他方の板状導体に誘導電流が流れ、往復電流と同様に外部磁場を打ち消す効果があるためである。従って、ゲート配線における、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各ゲート配線長を合わせたゲート配線長が、全ゲート配線長の6割ないし8割以上すなわち全配線長に略等しければ、前述の実施例と同等の効果を有する。

【0037】

ゲート駆動回路8からゲート配線の分歧点までのゲート配線82の一部分は、導体面に関して、ヒートシンク側と反対側と両方の範囲に敷設されるが、その境界と交差するのは、板状導体30、50が積層され対向している部分である。すなわち、主回路配線に対して、IGBTモジュールが位置する側とその反対側（板状導体の上方）との間において、ゲート配線が、主回路配線における板状導体30、50が互いに重なる領域の端部と交差する。このため、ゲート配線82への主回路電流の影響を抑制できる。さらに、ゲート配線82は、導体の端部から離れた領域を通るため、なおいっそう主回路電流の影響を低減できる。

【0038】

なお、ゲート配線は振動などで動くと、コネクタ部分の接触不良を引き起こしたり、誘導電流が流れる原因になる可能性があるので、固定する。そのため図1中のゲート配線固定具800により、主回路配線と重ならない位置で固定している。そのため、配線の固定作業が容易であり、またゲート配線を固定したまま積層導体を脱着できる。なお、図示した固定具800は、ここで示した以外の場所でも良く、また構造は簡略化して示している。通常は絶縁物でできたバンドのようなものが用いられる。

【0039】

図3に、正極側の板状導体30、負極側の板状導体40、中間板状導体50及び交流出力端子60の形状を示す。ここではIGBTとして定格最大電圧1200V、定格最大電流1000Aのものを想定しており、図2に示したような端子構造になっている。IGBTモジュールの端子位置が対称になっていないので、図2に示すようにモジュールを整列配置すると、板状導体は図3に示すように非対称な形状となる。ただし、並列接続された各回路のインダクタンスが不均等では、スイッチング時の電流分担にアンバランスが生じるので、できるだけ均等にしてある。図3の導体形状では、正極側の板状導体30のIGBT接続端子部で、IGBT1A（左側）接続部がIGBT1B（右側）接続部よりも細くなっているが、インダクタンス増加は5%程度である。

【0040】

ここでは、並列接続されたIGBTモジュールの端子、すなわち1Aと1B及び2Aと2Bが対称に配置できないため、正極側の板状導体30、負極側の板状導体40、中間板状導体50及び交流出力端子60の形状も非対称であり、またゲート配線812Aと812B及び822Aと822Bも非対称となっているが、端子が対称配置できれば、導体及びゲート配線も対称にすることができる。

【0041】

本発明の第2の実施例を図7に示す。図7は、図1の例とはゲート駆動回路8、ファン101及び102の位置が変わった例である。図1では、ヒートシンクの放熱部を通る風の向きは図1（a）において横方向、図1（b）において紙面

に垂直方向であった。それに対して図7では、風向きが図7（a）で紙面に垂直方向、図7（b）で横方向であり、風向きと平行な放熱部の長さが短いので圧力損失は小さく冷却性能が向上できる。

【0042】

本発明の第3の実施例を図8、図9に示す。図8は、三相インバータを構成しており、正極側IGBTモジュール1U～1W及び負極側IGBTモジュール2U～2Wがヒートシンク110に取り付けられている。図8（a）が装置を上から見た上面図で、（b）が側面図を示している。ここではヒートシンク110はとくに冷媒を用いない強制空冷ヒートシンクを用いて、冷却ファン101～103により冷却している。今度の場合は、図示していない平滑コンデンサ7に近い位置に正極側IGBTモジュール1U～1Wを取り付けている。この場合も、正極側の板状導体3と負極側の板状導体4とが積層され、また中間板状導体5U～5Wと負極側の板状導体4とが積層された構造となっている。また、交流出力端子6U～6Wは、正極側IGBTモジュールのエミッタ端子から導線で引き出している。

【0043】

図9は、破線で示した正極側の板状導体3、負極側の板状導体4及び中間板状導体5を透かして見える図を表し、図8におけるゲート配線実装を示す。IGBTモジュール1U～2Wは、ゲート駆動回路8に各々ゲート配線81U～82Wを介して接続されている。図8及び図9では正確な形状は示していないが、ゲート配線は、配線固定具800によりヒートシンク110に固定されている。この場合には、負極側IGBTモジュールのゲート配線82U～82Wは、主回路配線から離れて敷設することで、主回路電流の影響を抑制している。一方正極側IGBTモジュールについては、IGBTモジュール1Uでは、中間板状導体5Uと負極側の板状導体4とが積層されている部分の下側に敷設され、同様にIGBTモジュール1Wでも、中間板状導体5Wと負極側の板状導体4とが積層されている部分の下側に敷設されている。また、IGBTモジュール1Vでは、中間板状導体5Vと負極側の板状導体4とが対向している部分と中間板状導体5Wと負極側の板状導体4とが対向している部分との間では、積層していない部分の下側を通っ

ている。しかし、主電流が図9の上下方向に流れるのに対してゲート配線82Vが横方向にあり、主電流の影響が低減される。

【0044】

図8、図9の実施例においては、ゲート駆動回路8からIGBTモジュール2U, 2V, 2Wの各ゲート端子に至る各ゲート配線82U, 82V, 82Wは、その全長にわたって、板状導体4, 5U, 5V, 5Wを含む主回路配線の外周端部よりも外側に位置する。すなわち、ゲート配線82U, 82V, 82Wは、主回路電流が流れる領域から離れているので、主回路電流の影響によりノイズが低減される。ゲート駆動回路8からIGBTモジュール1U, 1Wの各ゲート配線81U, 81Wにおいては、主回路配線端部から外側に位置して主回路電流から離れている部分と、主回路配線において板状導体4と5U, 5Wとが重なり往復電流が流れる領域に対向する部分とが、ゲート配線の全長を占める。このため、ゲート配線81U, 81Wは主回路電流の影響を受けにくい。ゲート配線81Vは、主回路配線端部から外側に位置して主回路電流から離れている部分と、主回路配線において板状導体4と5Vとが重なり往復電流が流れる領域に対向する部分とが板状導体4のみが設けられる領域に対向する部分とが、ゲート配線の全配線長の6~8割以上すなわち略全配線長を占める。従って、IGBTモジュール1Vに与えられるゲート制御信号が主回路電流から受けるノイズが低減される。ゲート配線81Vの2~4割の部分は、主回路電流が流れる板状導体4のみが設けられる領域に対向する。しかしながら、その部分はツイスト線であるため、ゲート配線に対する板状導体4を流れる主回路電流の影響が緩和されている。

【0045】

図8、図9の実施例によれば、1相分として直列接続されたIGBTモジュール(1Uと2U, 1Vと2V, 1Wと2W)が主回路電流により誤スイッチング動作することが防止される。従って、アーム短絡のような、異常動作が防止される。さらに、ゲート制御信号が主回路電流からのノイズを受けにくいで、各IGBTモジュールの正常なタイミングでのスイッチング動作が維持される。従って、インバータ装置全体の動作が安定する。なお、前実施例と同様に、ゲート配線としては、ツイスト線に限らず、シールド線を用いても良い。また、本実施

例は、インバータに限らず、コンバータなどの他の電力変換装置にも適用できる

【0046】

【発明の効果】

本発明によれば、板状導体を含む主回路配線を用いながらも、主回路電流による制御信号への影響を抑制でき、安定に動作する信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例の実装構造を示す。

【図2】

本発明の第1の実施例におけるゲート配線を説明するための図である。

【図3】

本発明の第1の実施例における半導体回路を示す。

【図4】

本発明の第1の実施例の半導体回路を示す。

【図5】

本発明の第1の実施例においてスイッチングモジュールを2並列とした場合を示す。

【図6】

ゲート抵抗基板の概略構造を示す。

【図7】

本発明の第2の実施例を示す。

【図8】

本発明の第3の実施例を示す。

【図9】

本発明の第3の実施例におけるゲート配線実装を示す。

【符号の説明】

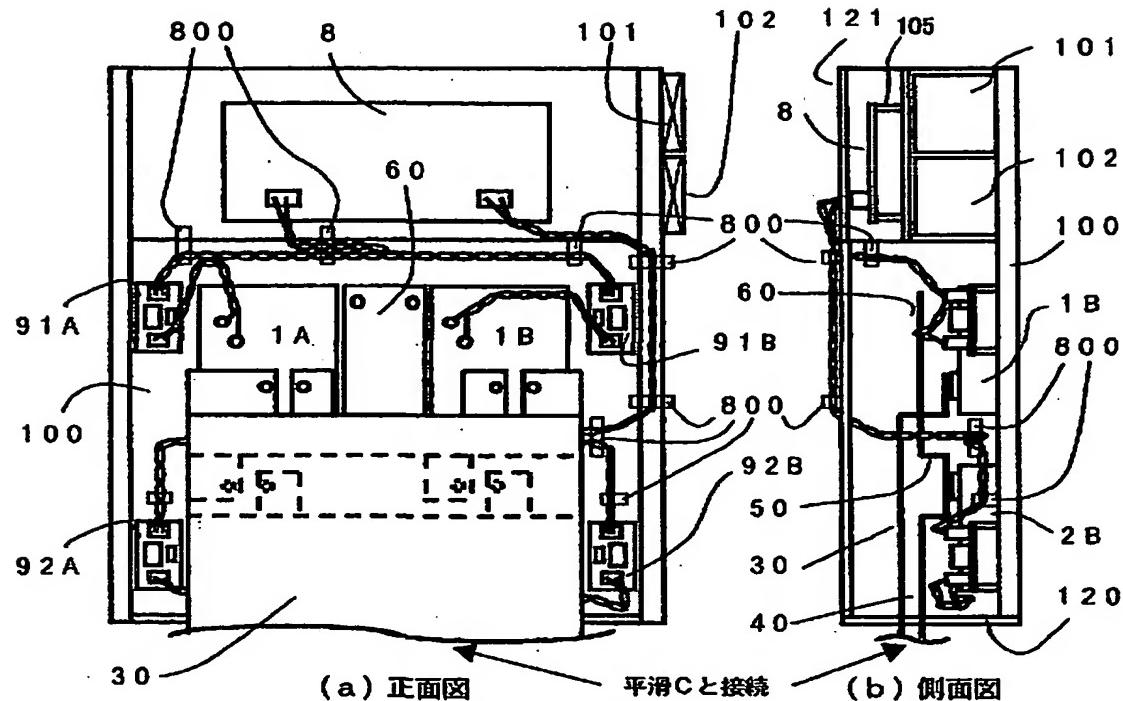
1A, 1B, 1U, 1V, 1W…正極側IGBTモジュール、2A, 2B,

2 U, 2 V, 2 W…負極側 IGBT モジュール、3, 30, 3 U, 3 V, 3 W…正極側の板状導体、4, 40, 4 U, 4 V, 4 W…負極側の板状導体、5, 50, 5 U, 5 V, 5 W…中間板状導体、6 U, 6 V, 6 W…交流出力端子、7…平滑コンデンサ、8…ゲート駆動回路、60…交流出力板状導体、800…ゲート配線固定具、81, 811A, 811B, 812A, 812B, 81U, 81V, 81W, 82, 821A, 821B, 822A, 822B, 82U, 82V, 82W…負極側ゲート配線、91A, 91B, 92A, 92B…ゲート抵抗基板、901…ゲート抵抗、902, 903…コネクタ、904…ゲートーエミッタ保護用ツエナーダイオード、100, 110…ヒートシンク、101, 102, 103…冷却ファン、105, 120, 121…支持体。

【書類名】 図面

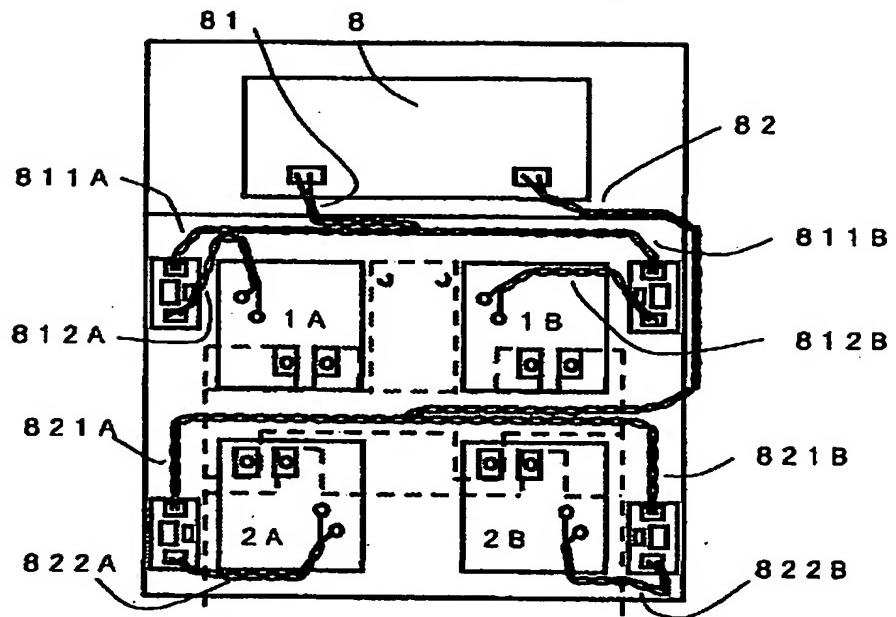
【図1】

図 1



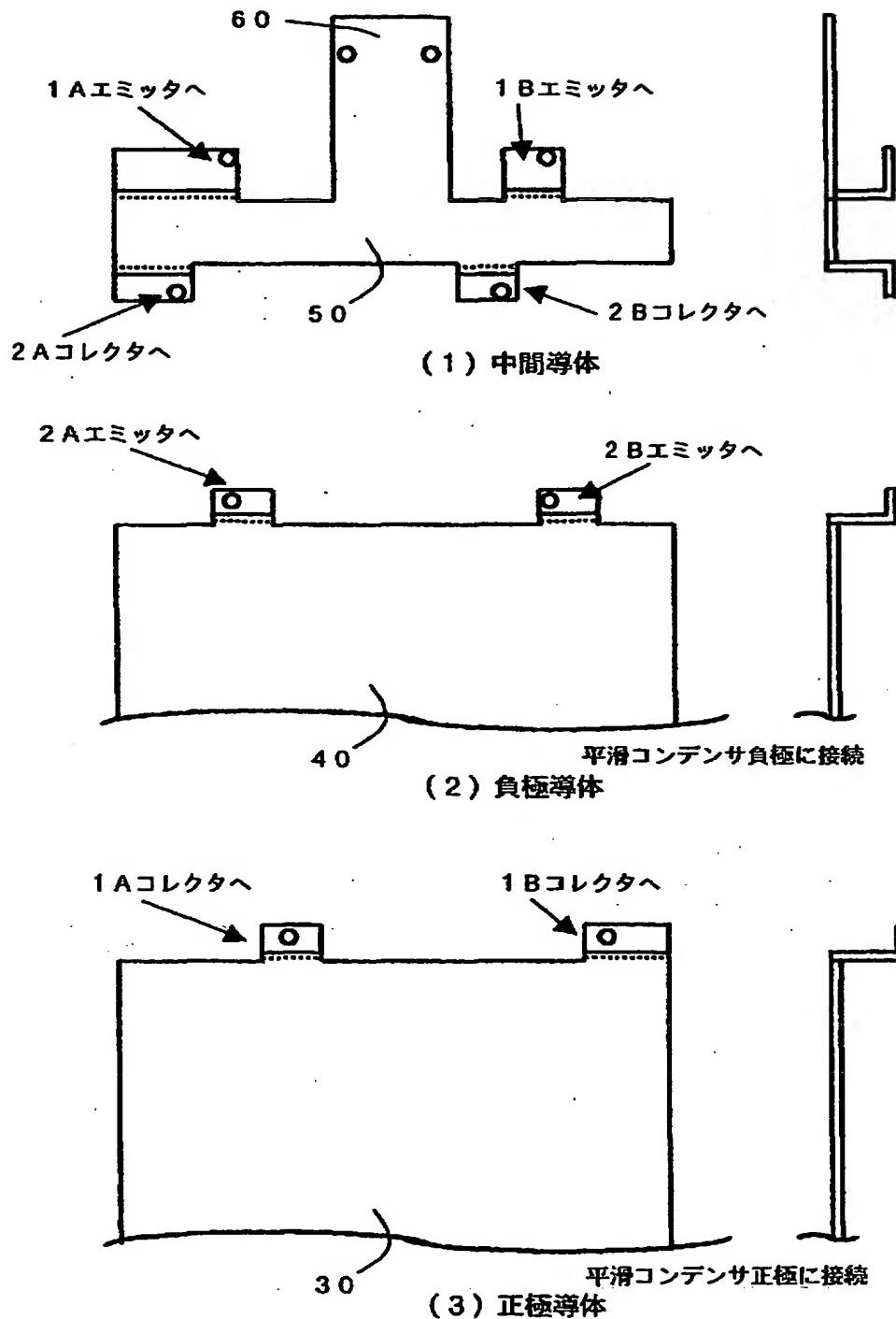
【図2】

図 2



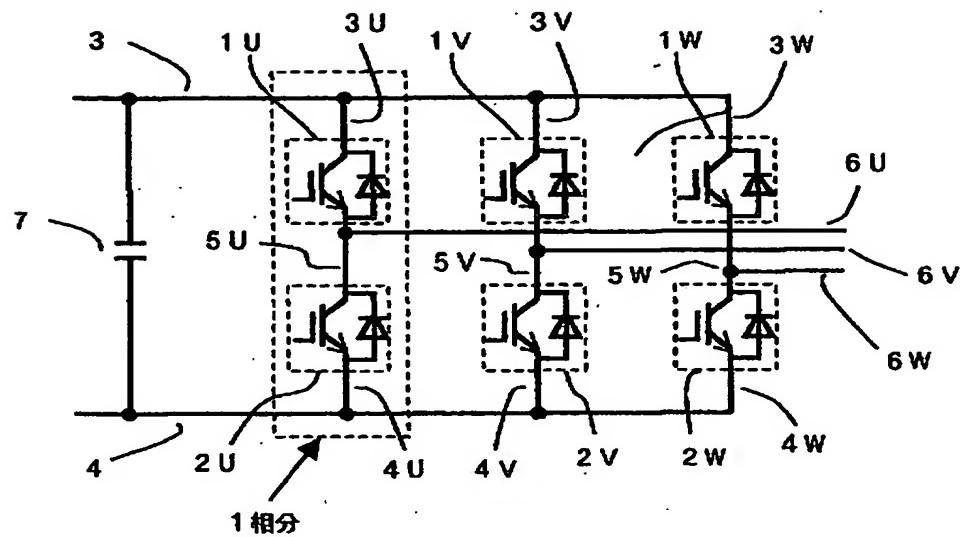
【図3】

図 3



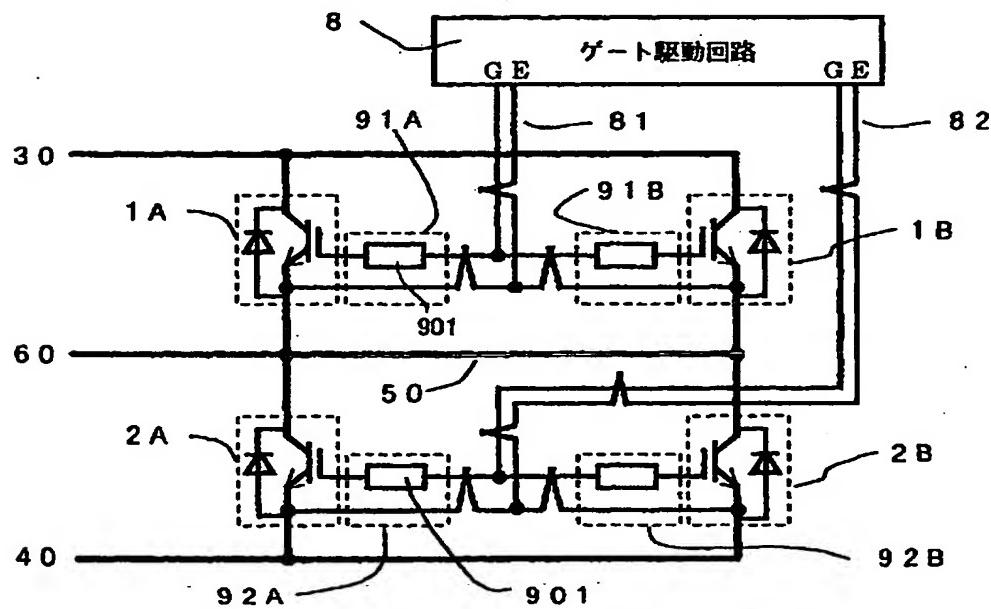
【図4】

図 4



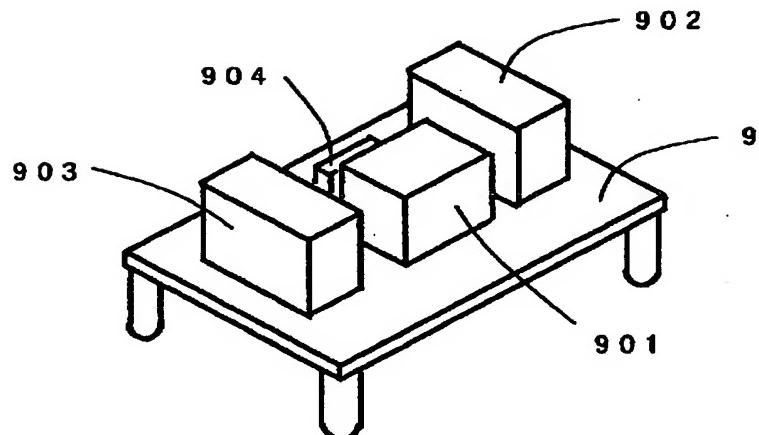
【図5】

図 5



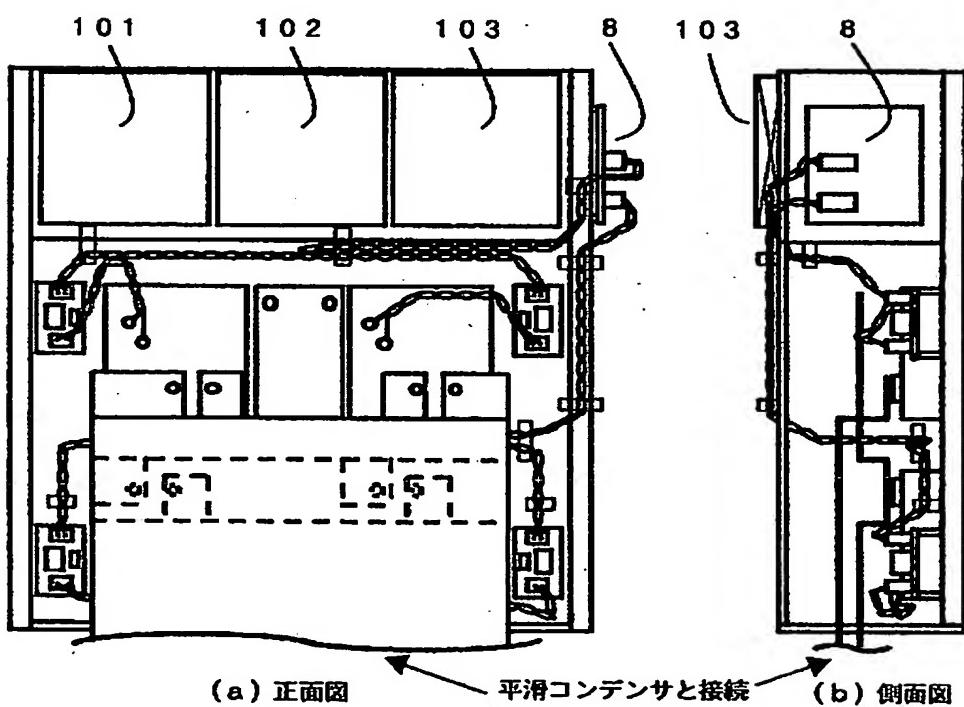
【図6】

図 6



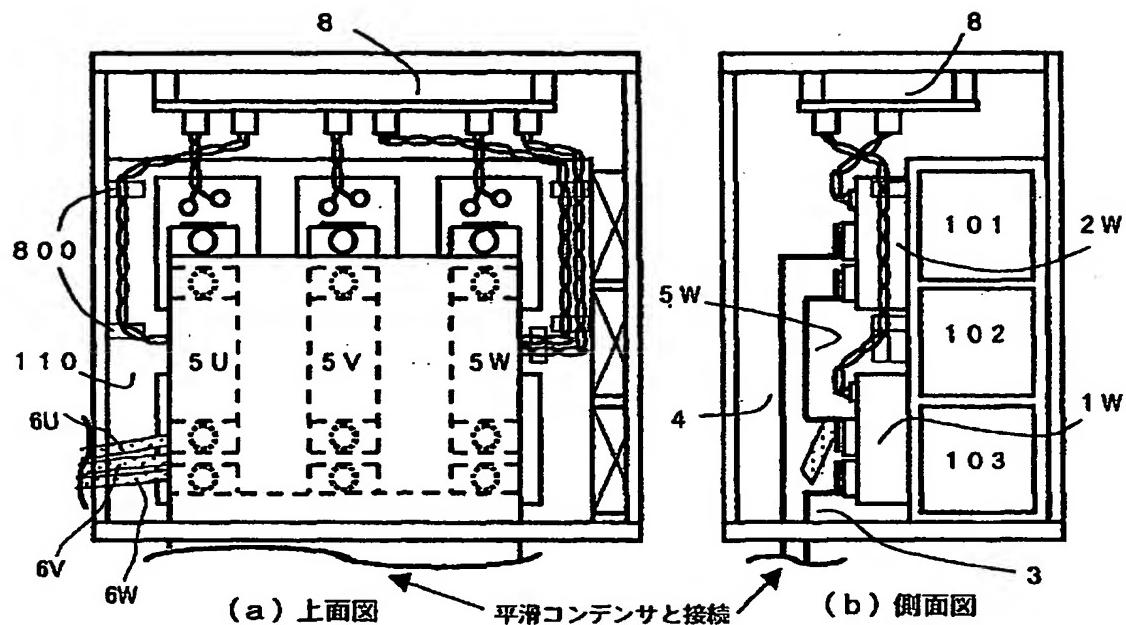
【図7】

図 7



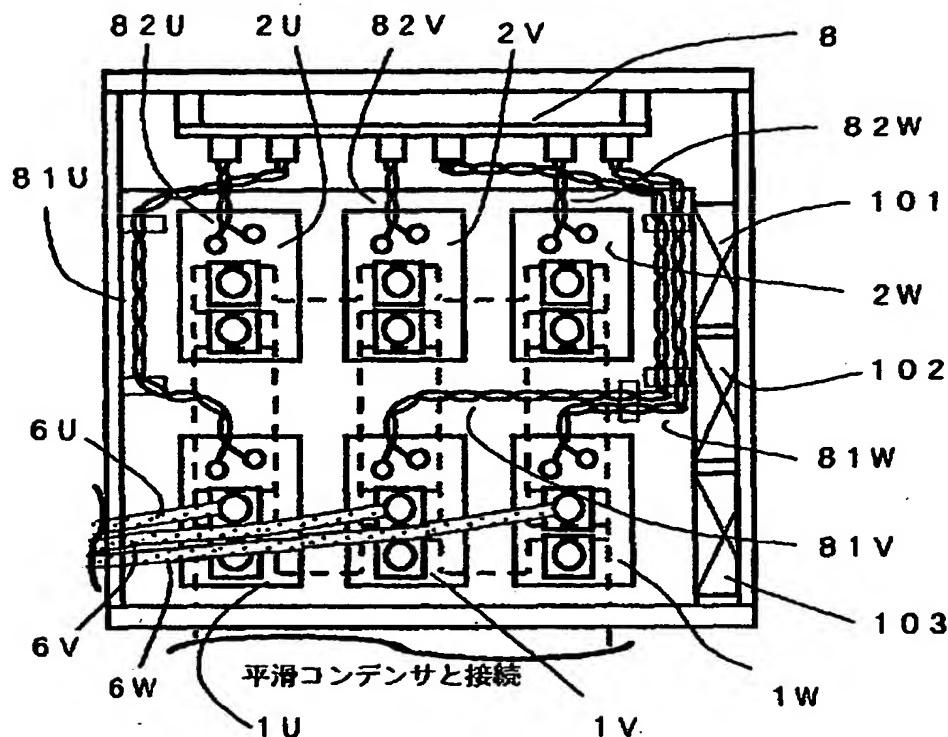
【図8】

図 8



【図9】

図 9



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

板状導体を含む主回路配線を用いながらも、制御信号配線への主回路電流の影響を低減できる電力変換装置を提供する。

【解決手段】

制御信号配線において、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、制御信号配線の全配線長に略等しい。

【効果】

板状導体を含む主回路配線を用いながらも、主回路電流による制御信号への影響を抑制でき、安定に動作する信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-200289
受付番号	50100959282
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成13年 7月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成13年 7月 2日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所

出願人履歴情報

識別番号 [000232955]

1. 変更年月日 1996年12月 6日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都千代田区神田錦町1丁目6番地

氏 名 株式会社日立ビルシステム